

BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION

COPIE OFFICIELLE

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le 24 MARS 2003

Pour le Directeur général de l'Institut
national de la propriété industrielle
Le Chef du Département des brevets

DOCUMENT DE PRIORITÉ

PRÉSENTÉ OU TRANSMIS
CONFORMÉMENT À LA
RÈGLE 17.1.a) OU b)

Martine PLANCHE

INSTITUT
NATIONAL DE
LA PROPRIÉTÉ
INDUSTRIELLE

SIEGE
26 bis, rue de Saint Petersburg
75800 PARIS cedex 08
Téléphone : 33 (0)1 53 04 53 04
Télécopie : 33 (0)1 53 04 45 28
www.inpi.fr

BEST AVAILABLE COPY



26 bis, rue de Saint Pétersbourg
75800 Paris Cedex 08
Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 94 86 54

BREVET D'INVENTION CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI



N° 11354*01

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE 1/2

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

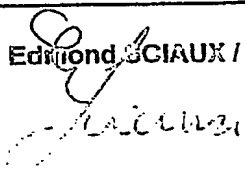
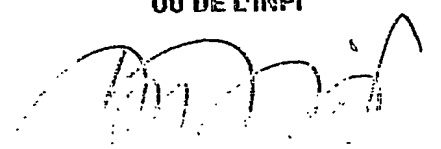
12 513 01 256 894

| | | | |
|--|--|--|--|
| REMISE DES PIÈCES DATE 28 MARS 2002 LIEU 75 INPI PARIS N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI 0203912 DATE DE DÉPÔT ATTRIBUÉE PAR L'INPI 28 MARS 2002 | | Réservé à l'INPI | |
| Vos références pour ce dossier (facultatif) 104048/ES/OTND/TPM | | NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE À QUI LA CORRESPONDANCE DOIT ÊTRE ADRESSÉE COMPAGNIE FINANCIERE ALCATEL Département PI Edmond SCIAUX 30 avenue Kléber 75116 PARIS | |
| Confirmation d'un dépôt par télécopie <input type="checkbox"/> N° attribué par l'INPI à la télécopie | | | |
| 2 NATURE DE LA DEMANDE | | Cochez l'une des 4 cases suivantes | |
| Demande de brevet | | <input checked="" type="checkbox"/> | |
| Demande de certificat d'utilité | | <input type="checkbox"/> | |
| Demande divisionnaire | | <input type="checkbox"/> | |
| Demande de brevet initiale | | N° _____ Date ____/____/____ | |
| ou demande de certificat d'utilité initiale | | N° _____ Date ____/____/____ | |
| Transformation d'une demande de brevet européen | | <input type="checkbox"/> N° _____ Date ____/____/____ | |
| 3 TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum) METHODE DYNAMIQUE D'INSERTION DE DONNEES AUX NOEUDS D'UN RESEAU DE TRANSMISSION OPTIQUE | | | |
| 4 DÉCLARATION DE PRIORITÉ OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE LA DATE DE DÉPÔT D'UNE DEMANDE ANTÉRIEURE FRANÇAISE | | Pays ou organisation _____ N° _____ Date ____/____/____ Pays ou organisation _____ N° _____ Date ____/____/____ Pays ou organisation _____ N° _____ Date ____/____/____ <input type="checkbox"/> S'il y a d'autres priorités, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite» | |
| 5 DEMANDEUR | | <input type="checkbox"/> S'il y a d'autres demandeurs, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite» | |
| Nom ou dénomination sociale | | ALCATEL | |
| Prénoms | | | |
| Forme juridique | | Société Anonyme | |
| N° SIREN | | 5.4.2.0.1.9.0.9.6 | |
| Code APE-NAF | | | |
| Adresse | | Rue 54, rue La Boétie Code postal et ville 75008 PARIS | |
| Pays | | FRANCE | |
| Nationalité | | Française | |
| N° de téléphone (facultatif) | | | |
| N° de télécopie (facultatif) | | | |
| Adresse électronique (facultatif) | | | |



BREVET D'INVENTION
CERTIFICAT D'UTILITÉ

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE 2/2

| | | | |
|--|----------------------|--|-------|
| REMISE DES PIÈCES | | Réservé à l'INPI | |
| DATE | | 28 MARS 2002 | |
| LIEU | | 75 INPI PARIS | |
| N° D'ENREGISTREMENT | | 0203912 | |
| NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI | | 0203912 | |
| Vos références pour ce dossier : (facultatif) | | 104048/ES/OTND/TPM | |
| <input checked="" type="checkbox"/> MANDATAIRE | | | |
| Nom | | SCIAUX | |
| Prénom | | Edmond | |
| Cabinet ou Société | | Compagnie Financière Alcatel | |
| N° de pouvoir permanent et/ou de lien contractuel | | PG 9222 | |
| Adresse | Rue | 30 Avenue Kléber | |
| | Code postal et ville | 75116 | PARIS |
| N° de téléphone (facultatif) | | | |
| N° de télécopie (facultatif) | | | |
| Adresse électronique (facultatif) | | | |
| <input checked="" type="checkbox"/> INVENTEUR (S) | | | |
| Les inventeurs sont les demandeurs | | <input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non Dans ce cas fournir une désignation d'inventeur(s) séparée | |
| <input checked="" type="checkbox"/> RAPPORT DE RECHERCHE | | Uniquement pour une demande de brevet (y compris division et transformation) | |
| Établissement immédiat ou établissement différé | | <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | |
| Paiement échelonné de la redevance | | Paiement en trois versements, uniquement pour les personnes physiques <input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non | |
| <input checked="" type="checkbox"/> RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES | | Uniquement pour les personnes physiques <input type="checkbox"/> Requête pour la première fois pour cette invention (joindre un avis de non-imposition) <input type="checkbox"/> Requête antérieurement à ce dépôt (joindre une copie de la décision d'admission pour cette invention ou indiquer sa référence): | |
| Si vous avez utilisé l'imprimé «Suite», indiquez le nombre de pages jointes | | | |
| <input checked="" type="checkbox"/> SIGNATURE  DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire) | | VISA DE LA PRÉFECTURE OU DE L'INPI  | |

La présente invention concerne la technologie des transmissions de données dans les réseaux de transmission par fibres optiques et concerne plus particulièrement une méthode dynamique d'insertion de données aux nœuds d'un réseau de transmission par fibres optiques.

5 Depuis de nombreuses années, les opérateurs de réseaux investissent dans le transport de l'information sous forme optique en raison des avantages inhérents au mode de transmission par fibres optiques. Ceci est dû au fait que les fibres ont vu leur capacité de transport augmentée dans des proportions considérables grâce à l'adoption d'une technique connue sous l'acronyme de DWDM pour 'Dense
10 Wavelength Division Multiplexing'. Cette technique permet en effet de transmettre des longueurs d'ondes différentes et donc de multiplier le nombre de canaux de transmission, complètement indépendants, dans une même fibre physique. Des dizaines, voire des centaines de longueurs d'ondes, peuvent ainsi être combinées et transportées dans un même milieu de propagation permettant de répondre au
15 formidable accroissement de la demande de bande passante résultant du développement d'Internet et de tous les réseaux de transport de données publics et privés.

La fonction essentielle dans un réseau de communication est donc, à travers les nœuds du réseau, souvent nombreux, de pouvoir diriger et orienter les flots
20 d'informations à transporter vers leur destination finale. Un dispositif clé à un nœud de réseau est alors un commutateur tel qu'un OXC (Optical Xcross Connect) ou un multiplexeur d'insertion et d'extraction optique. Son but est, comme le nom le suggère, de pouvoir extraire et insérer, en mode optique, le trafic local (par exemple, point d'entrée et de sortie d'un réseau secondaire) alors que le reste du trafic est
25 transmis, inchangé, vers sa destination finale à travers d'autres nœuds du réseau. Bien entendu, cette fonction d'insertion et d'extraction doit pouvoir se faire essentiellement en mode optique pour éviter d'avoir recours aux circuits électriques de l'électronique traditionnelle, ce qui impliquerait l'utilisation de coûteux convertisseurs opto-électroniques. La technique de circuit optique consiste à ce qu'au moins une
30 longueur d'onde porteuse de l'information locale soit entièrement réservée aux communications entre deux nœuds d'un réseau. Elle peut ainsi être dérivée et insérée optiquement aux nœuds considérés. Cette façon de faire présente cependant

l'inconvénient majeur que la bande passante correspondant à la longueur d'onde ainsi réservée ne peut être utilisée que par les nœuds en question. Une connexion fixe, un chemin, est de fait établi entre ceux-ci. S'ils n'utilisent pas pleinement la bande passante correspondante, ce qui est le cas en général puisque cette dernière doit être adaptée au trafic de pointe, la bande passante inutilisée est perdue alors même qu'elle pourrait servir au transport de données entre d'autres nœuds du réseau. La granularité d'utilisation de la bande passante est donc celle d'une longueur d'onde. Par ailleurs cette méthode suppose implicitement l'utilisation d'un grand nombre de longueurs d'ondes, où la limitation de la taille maximale d'un réseau à une dizaine voire à quelques dizaines de nœuds, puisque le nombre de connexions à réaliser croît comme le carré du nombre de nœuds composant celui-ci.

Une meilleure utilisation de la bande passante globale peut être obtenue avec une autre technique, plus complexe, et désignée par l'acronyme OBS pour 'Optical Burst Switching'. Cette technique consiste pour l'essentiel à échanger les données entre nœuds du réseau sous forme de salves (burst) de données. Les nœuds du réseau doivent donc être reconfigurés pour la durée des salves. Les longueurs d'onde disponibles peuvent être ainsi mieux utilisées puisqu'elles ne sont plus attribuées d'une façon fixe à une paire de nœuds. La granularité des échanges d'information devient celle des salves. Ce type de réseau suppose implicitement l'utilisation de commutateurs optiques qui sont relativement lents à reconfigurer ce qui entraîne que les salves doivent être de longue durée au regard de la durée des paquets de données à échanger, pour que le système ait une efficacité suffisante. Ceci amène à devoir regrouper un nombre suffisant de ces paquets de données pour former une salve. Ceci entraîne le plus souvent une latence importante dans la transmission des données entre nœuds ou, à nouveau, une sous-utilisation des salves donc de la bande passante globale. On doit noter par ailleurs que, comme dans l'attribution fixe de longueurs d'ondes, les nœuds intermédiaires ne peuvent ni insérer ni extraire de données dans les salves circulants entre deux nœuds.

C'est pourquoi le but de l'invention est de réaliser une méthode permettant d'insérer à la volée à chaque nœud d'un réseau de transmission par fibres optiques, des données générées localement lorsque toute la bande passante vers un nœud

L'invention concerne donc une méthode dynamique d'insertion de données aux nœuds d'un réseau de transmission par fibres optiques comprenant au moins un nœud source, un nœud de destination et une pluralité de nœuds intermédiaires, les nœuds étant reliés par une liaison à fibres optiques. La méthode comprend les étapes

5 consistant à créer une ressource optique (longueur d'onde, macro-slot ou macro-paquet) dans le nœud source, la ressource comportant des parties contenant des paquets de données à destination du nœud de destination et des parties libres susceptibles d'être occupées par des paquets fournis par chacun des nœuds intermédiaires, à détecter, lorsque la ressource transite par un nœud intermédiaire, si

10 elle comprend des parties libres lorsque le nœud intermédiaire a au moins un paquet de données à transmettre, et à ajouter le paquet de données dans une partie libre de la ressource lorsque la partie libre peut contenir le paquet de données.

L'invention a aussi pour objet un nœud comprenant des moyens adaptés pour mettre en œuvre les étapes de cette méthode.

15 Les buts, objets et caractéristiques de l'invention apparaîtront plus clairement à la lecture de la description qui suit faite en référence aux dessins dans lesquels :

- la figure 1 est un bloc-diagramme schématique d'une partie d'un réseau à fibres optiques mettant en œuvre la méthode selon l'invention.
- la figure 2 est un diagramme représentant l'insertion des paquets de données dans la trame optique transitant dans le réseau illustré sur la figure 1,
- la figure 3 est un bloc-diagramme représentant un dispositif d'insertion optique de données dans la ressource optique se trouvant à l'interface d'un nœud intermédiaire,
- la figure 4 est un organigramme représentant les étapes effectuées dans le dispositif illustré sur la figure 3,
- la figure 5 est un bloc-diagramme représentant un dispositif d'insertion électronique de données dans la trame se trouvant à l'interface d'un nœud intermédiaire,
- la figure 6 est un diagramme représentant schématiquement l'insertion de paquets de données dans un macro-slot de taille fixe,

- la figure 7 est un diagramme représentant schématiquement l'insertion de paquets de données dans un macro-slot de taille variable,
- la figure 8 est un diagramme représentant schématiquement l'insertion de paquets de données dans un macro-slot de taille variable où l'en-tête et les éléments de données sont séparés par des bandes de garde, et
- la figure 9 est un bloc-diagramme représentant un dispositif mixte d'insertion optique et électronique de données dans la trame se trouvant à l'interface d'un nœud intermédiaire.

En référence à la figure 1, un réseau de transmission de données par fibres optiques est illustré entre un nœud source N1 et un nœud de destination N5 en passant par trois nœuds intermédiaires N2, N3 et N4. Au nœud source N1, des données sont introduites dans une ressource optique à l'interface du nœud N1. Conformément à l'invention, à l'interface de chaque nœud intermédiaire N2, N3 ou N4, des données sont insérées à la volée si toute la bande passante n'a pas été entièrement utilisée. Enfin, les données qui sont destinées au nœud de destination N5 sont extraites à l'interface du nœud N5.

En supposant que les données se présentent sous forme de paquets, ce qui est généralement le cas, la figure 2 est un exemple illustrant les insertions de paquets de données par les nœuds intermédiaires. A noter que, pour simplifier la figure, les paquets émis dans les parties libres de la ressource sont des slots correspondant à des paquets de taille fixe. Toutefois, le même principe s'applique dans le cas de paquets de taille variable comme décrit plus loin.

Les paquets sont désignés par P_x avec x désignant le numéro de nœud intermédiaire. Au nœud source N1, trois slots sont remplis, les slots 1, 5 et 9. Au nœud intermédiaire N2, des paquets de données sont insérés dans les slots libres 2 et 6. Au nœud intermédiaire N3, trois paquets sont de nouveau insérés dans les slots encore libres 3, 4 et 7. Enfin, au nœud intermédiaire N4, un seul paquet peut être inséré dans le dernier slot libre 8, même si N4 a plusieurs paquets à transmettre.

Différentes implémentations sont utilisées pour effectuer cette insertion de paquets de données dans les espaces libres d'un flux optique selon la granularité de la ressource optique commutée dans les nœuds. la structure des paquets ou des slots

techniques de réalisation de l'invention. Dans toutes ces implémentations, un paquet inséré est en général constitué d'un en-tête et d'une zone de « données ». Dans le cas d'un macro-paquet, il faudra d'une part lire l'en-tête du macro-paquet (taille fixe ou variable) pour connaître sa destination, puis voir si il y a de la place libre pour insérer un nouveau paquet allant vers cette même destination. Il faut noter que pour obtenir une commutation optique à haut débit et efficace, les informations de routage dans l'en-tête d'adresse des macro-paquets ou macro-slots doivent être analysées rapidement. La méthode classique est d'avoir une reconnaissance d'en-tête électronique, mais il est également possible d'utiliser une reconnaissance optique. Une méthode est d'utiliser une densité d'information réduite pour le codage optique des en-têtes de paquets de type macro-slots. Ceci permet de faciliter le décodage, l'interprétation, la modification et la régénération du nouvel en-tête dans la longueur d'onde voulue.

La figure 3 montre une implémentation d'un dispositif de détection optique d'un espace libre pour y insérer des données se trouvant à l'interface d'un nœud intermédiaire avec le réseau de transmission. Ceci correspond soit à une commutation de circuit optique soit à une commutation de macro-slot temporel, pour lesquelles le routage est prédéterminé et donc aucune lecture d'en-tête n'est nécessaire pour connaître la destination finale de la ressource optique (longueur d'onde ou macro-slot temporel) et une simple analyse des parties libres est nécessaire. A noter que des paquets de taille fixe ou variable peuvent être utilisés.

Il convient, dans un système purement optique, tel qu'illustré sur la figure 3, de détecter tout d'abord les absences de transmission de signal sur le signal optique d'entrée du nœud considéré OPTIN afin d'insérer des signaux dans les espaces libres.

On prélève donc sur ce signal optique d'entrée une petite partie du signal optique grâce à un coupleur de prélèvement OPC (Optique Coupleur) 10 qui envoie cette partie de signal optique sur une photodiode 12 qui, couplée à un détecteur de puissance de signal 14, indique la présence ou non de signal optique. Le mécanisme revient à mesurer la puissance du signal reçu. En l'absence de signal, la ressource optique est libre et on peut utiliser l'espace libre et ainsi générer un paquet optique correspondant à une durée inférieure à la durée de cet espace libre : la longueur du

paquet doit être inférieure ou égale à cet espace libre moins les deux espaces de sécurité appelés aussi bandes de garde.

Un compteur de temps 16 est démarré par un détecteur de signal 14 dès que ce dernier détecte une absence de signal. Le compteur de temps a une capacité correspondant à la taille d'un paquet à insérer et délivre un signal « enable » à une mémoire tampon de données 18 à moins qu'il ne soit remis à zéro par le détecteur de signal 14 avant d'avoir atteint sa limite. Cet exemple d'implémentation pour l'insertion d'un paquet fixe peut être amélioré pour l'insertion d'un paquet variable.

Les données à insérer dans l'espace libre de la trame sont fournies par une interface 20 sous contrôle d'un processeur 22 et au moyen du signal de contrôle CI qui les emmagasine dans une mémoire 24, elle-même gérée par un signal de contrôle CMEM de façon à pouvoir effectuer des lectures et écritures.

Une ligne à retard 26 correspondant au temps d'analyse et de traitement est nécessaire pour insérer le paquet au bon endroit. Cette ligne à retard se place sur le chemin optique principal, avant son entrée dans le dispositif d'insertion où ce signal et celui créé localement pour la transmission du paquet inséré seront mélangés. Elle sert comme l'indique son nom à retarder le signal principal du temps d'analyse de l'espace libre et doit donc avoir comme valeur le temps d'insertion d'un paquet avec une marge correspondant à la bande de garde. Dans le schéma proposé, l'insertion est réalisée par un coupleur d'insertion OPI (OPTique Insertion) 28 après conversion des données se trouvant dans la mémoire tampon de données 18 par le convertisseur électronique-optique 19. Le signal de sortie OPT OUT peut être le signal d'entrée vers une matrice de commutation globale du nœud ou le signal de sortie du nœud dans une implémentation à une seule longueur d'onde.

On peut distinguer deux implémentations possibles à ce niveau : l'insertion de paquets de longueur variable quel que soit l'espace disponible avec bien sûr un minimum et un maximum, et l'insertion de paquets de longueur fixe lorsque l'espace libre est suffisant. La première implémentation optimise la bande passante alors que la deuxième simplifie l'implémentation. Si on veut insérer un paquet fixe, le retard optique est de taille fixe et correspond à la taille du paquet à insérer plus le temps de traitement ainsi qu'une marge correspondant aux bandes de garde. Ensuite il faut

décrit plus loin. Si on veut insérer un paquet variable, le retard optique correspond à la taille maximum du paquet à insérer auquel on ajoute comme précédemment le temps de traitement et les bandes de garde. Ensuite il faut que l'information du compteur soit corrélée à celle de la taille du paquet chargé dans la mémoire tampon pour assurer que l'espace libre est assez grand par rapport à la taille du paquet à émettre.

La figure 3 représente l'implémentation simple du cas fixe. L'adaptation de cette solution pour différentes tailles de paquets est à la portée de l'homme du métier.

Le mécanisme qui vient d'être décrit peut s'appliquer avec une ou plusieurs longueurs d'onde utilisées dans le réseau optique. Il suffit en effet de reproduire le dispositif de la figure 3 pour chaque longueur d'onde de manière indépendante.

Le processus de détection d'espace libre et de traitement mis en œuvre dans le dispositif de la figure 3 est illustré par l'organigramme de la figure 4. Le point de départ du processus est la détection de changement d'état du signal 30. Un choix est fait en 32 selon qu'il y a du signal, ce qui stoppe le compteur en 34 ou active le compteur en 36. Lorsque le compteur est activé, on retourne en attente de changement d'état du signal en 30. Après que le compteur aura été arrêté en 34 on regarde en 38 si sa valeur atteinte est supérieure à la valeur limite LIM qui permet de procéder à l'insertion d'un paquet en 40. On remet ensuite le compteur à zéro en 42 et on retourne à l'état d'attente 30. Sinon, si la limite n'est pas atteinte, on remet seulement le compteur à zéro et on retourne en 30. Dans le cas de paquet de taille variable, on procède de la même manière avec une valeur limite variable fixée par la taille du paquet présent dans la mémoire tampon.

Une alternative au dispositif tout optique de la figure 3 est de convertir le signal optique d'entrée en un signal électrique dans un convertisseur 50 illustré sur la figure 5. Ceci correspond au traitement d'un macro-slot comprenant un en-tête pour le routage. Ce signal est transmis à deux sous-systèmes: un mécanisme de détection et de traitement de l'en-tête du macro-paquet et un mécanisme de détection et de traitement de la partie « données » du macro-paquet. Les paquets ou macro-slots utilisables dans un tel environnement sont de taille fixe de préférence mais peuvent être des paquets ou macro-slots de taille variable avec éventuellement insertion de bande de garde entre les éléments du macro-slot tel que décrit plus loin.

Le sous-système d'en-tête est constitué dans ce mode de réalisation d'un synchronisateur d'en-tête HSYNC 52 qui permet d'extraire du flux la partie en-tête qui est stocké dans une mémoire tampon 54, qui est sous le contrôle d'une machine d'état SM 56 qui peut lire et écrire certains champs de l'en-tête. Ainsi la machine d'état détermine en analysant l'en-tête si la trame comporte des parties libres.

Le mode de réalisation proposé est un système transmettant tous ses paquets vers une destination unique et n'insérant donc ses données que lorsque le macro-slot a comme destination l'adresse correspondant au paquet à insérer. Il est clair que l'homme de l'art saura ajouter le nombre de mémoires tampons nécessaires (une par destination) et sélectionner la mémoire tampon en fonction de l'adresse contenue dans l'en-tête du macro-slot.

Le sous-système de données est constitué d'un synchronisateur du champ de données PSYNC 58 qui permet d'extraire du flux la partie données qui est stockée dans une mémoire tampon de transit 60, sous le contrôle de la machine d'état SM 56 qui peut écrire certains champs dans cette mémoire et notamment ajouter des données à celles existantes.

Comme précédemment, on trouve aussi dans ce mode de réalisation proposé une partie préparation et mise en mémoire tampon 18 des données à ajouter au paquet. Les données sont fournies par l'interface 20 sous contrôle du processeur 22 par un ensemble de signaux de contrôle CI qui les stocke dans une mémoire 24, elle-même gérée par un système de contrôle CMEM, ceci afin de pouvoir effectuer notamment des lectures et écritures. Les données les plus urgentes à transmettre sont transférées de la mémoire 24 vers le tampon de données 18 par le processeur de paquets 22 qui, en outre, définit un champ d'information INFO associé au contenu du tampon qui peut être lu par la machine d'état SM 56 afin de modifier le champ d'en-tête. Les informations peuvent être par exemple la longueur du tampon (s'il est variable) et la destination des données. La longueur des données à transmettre est aussi utile pour le temps de sélection du tampon 18 lors de la transmission. L'exemple de réalisation ne concerne que les macro-paquets de taille fixe. Dans le cas où les macro-paquets sont de taille variable, il faut rajouter un mécanisme de détection d'espace libre comme celui décrit précédemment. Lorsque l'en-tête est modifié, la

transmission en premier du nouvel en-tête situé dans HTAMPON 54 grâce à une sélection appropriée sur le sélecteur SEL 62, puis enchaîne par la transmission des données contenues dans PTAMPON 60 par une autre valeur de sélection de SEL 62 et termine enfin par la transmission des données emmagasinées dans la mémoire
5 tampon de données 18. Pour finir, un convertisseur électrique vers optique 64 est utilisé pour retourner dans l'environnement optique.

A noter que l'on pourrait envisager l'alternative toute électronique à la figure 3 en simplifiant simplement la figure 5. Il suffit pour cela d'enlever la partie de traitement d'en-tête, de garder le convertisseur O/E 50, le tampon de transit 60 pour
10 les données d'origine, la mémoire tampon de données 18 pour les données à insérer et le sélecteur 62. Dans ce cas, le tampon des données à insérer est sélectionné lorsque la mémoire tampon de transit est vide, et on sert alors tout le paquet à insérer. Si un autre paquet en transit arrive, il est mémorisé jusqu'à la fin de service du paquet à insérer, puis est servi ensuite...

A noter également que ce mécanisme peut aussi bien concaténer ces
15 différents champs ou bien insérer des espaces libres ce qui correspond à l'insertion de zéros au niveau du sélecteur SEL 62. Ainsi, cette implémentation s'adapte à toutes les structures de paquets telles que décrites à savoir de longueur fixe ou variable, avec ou sans bande de garde entre en-tête et données, avec ou sans bande de garde entre
20 des zones de données différentes. C'est l'avantage d'une structure tout électronique dans la manipulation des champs.

A noter que le processus de détection d'espace libre et de traitement comporte, dans le mode de réalisation illustré sur la figure 5, à peu près les mêmes étapes que dans le mode de réalisation tout optique illustré par l'organigramme de la
25 figure 4 si ce n'est que le traitement étant plus complexe, le compteur est remplacé par une machine d'état qui vérifie que la structure et la taille du paquet permettent l'insertion de données supplémentaires.

Dans le contexte de l'invention, il est utile d'utiliser des trames de grande longueur de façon à réduire la perte due aux bandes de garde. Mais ceci complique
30 le problème d'emmagasinage temporaire des données et nécessite de pouvoir remplir correctement les trames. Une solution consiste à utiliser des macro-slots qui répondent

à ces deux contraintes et permettent une optimisation du remplissage d'une fibre optique.

La figure 6 décrit une telle structure de macro-slot MS sans séparation de l'en-tête H et de la partie données P qui convient donc à un traitement électronique tel que celui décrit en figure 5. L'exemple utilisé est un macro-slot de taille fixe. Chaque macro-slot « MS_n » est séparé des ses voisins par une bande de garde pour permettre la commutation optique des macro-slots dans les nœuds intermédiaires

Dans le cas où le macro-slot contient une partie libre à la fin des données comme illustré sur la figure, il devient possible d'affecter les ressources libres pour la transmission de données. Les slots libres à l'intérieur du macro-slot peuvent être utilisés par le nœud intermédiaire qui les détecte. L'en-tête du paquet ou du macro-slot H_n doit être modifié en H_n' pour refléter l'ajout de données. Un nouveau champ de données ADD est ajouté à la partie données du macro-slot. Il peut éventuellement subsister encore un espace libre L à la fin du macro-slot utilisable par un autre nœud. L'exemple ne précise pas si les slots à l'intérieur du macro-slot sont de taille fixe ou variable car les deux sont possible.

La figure 7 décrit une structure de macro-slot de taille variable, un espace libre séparant le macro-slot MS_n du macro-slot MS_{n+1}. Lorsqu'un nœud intermédiaire insère des données ADD au macro-slot, la taille de celui-ci est modifiée et devient MS_n'. Comme illustré sur la figure, l'espace libre séparant le nouveau macro-slot du macro-slot suivant est alors réduit. L'avantage de cette structure est de faire varier la taille du macro-slot en fonction de la disponibilité du réseau. Il est par ailleurs nécessaire de propager cette information de nouvelle longueur du macro-paquet au contrôleur du nœud pour assurer une bonne commutation dans la matrice optique. La figure 8 est une autre alternative à l'implémentation de macro-slots. La structure d'un macro-slot dans cette approche sépare toutes les zones d'en-tête global et les éléments de données par des bandes de garde. L'avantage est de pouvoir implémenter une solution mixte optique et électronique pour réaliser la fonction d'insertion ce qui autorise une plus grande vitesse de traitement et commutation.

Un macro-slot de base variable MS_n est constitué d'un en-tête H_n et d'un élément de données P_n séparés par une bande de garde. On rajoute un élément de

l'en-tête H_n en $H_{n'}$. Il subsiste un espace libre avec le macro-slot qui suit supérieur à une bande de garde. Un nœud ultérieur peut utiliser cet espace libre. Ainsi, un nouvel ajout de données P_{nt} peut être associé à une nouvelle modification de l'en-tête en $H_{n''}$. Dans cette solution les ajouts de données peuvent être de taille quelconque
 5 pourvu qu'il reste toujours au moins une bande de garde avec l'entité qui suit sans oublier toutefois qu'il faut borner la taille maximale puisque celle-ci fixe la longueur de la ligne à retard.

La structure de macro-slot de taille variable illustrée sur la figure 8 peut être utilisée en association avec un dispositif mixte combinant, comme sur la figure 9, le
 10 principe du dispositif de traitement optique illustré sur la figure 3 et le principe du dispositif de traitement électronique illustré sur la figure 5. L'en-tête original peut être effacé dans le chemin principal par utilisation d'un commutateur (par exemple une porte optique de type SOA) 66. Pour les données existantes, elles sont conservées dans l'environnement optique par emmagasinage dans la ligne à retard 26 et ré-
 15 introduites au bon moment grâce au coupleur 28. Dans ce cas ou l'en-tête est effacé et réécrit par les nœuds intermédiaires, la méthode de détection de puissance optique n'est utile que dans le cas de macro-paquets variables pour détecter l'arrivée du prochain en-tête en avance (délai 26). Dans le cas fixe, étant donné que l'on a par l'en-tête la place occupée dans le macro-paquet et que sa taille est fixe, on connaît
 20 tout de suite la taille de la place libre.

Dans le cas où on ne réécrit pas l'en-tête du macro-paquet, on a tout de même besoin de détecter et lire l'en-tête pour déterminer la destination du macro-paquet, mais celui-ci n'est pas modifié par les nœuds intermédiaires. Dans ce cas on n'a pas besoin d'effacer l'en-tête sur le chemin de transit ni d'insérer un nouvel en-
 25 tête, mais on doit utiliser la méthode de détection de puissance optique pour s'assurer que la place libre est suffisante pour transmettre le nouveau paquet de données.

De même que dans la figure 5, un tampon de données par destination est utilisée dans le cas de multiple destination.

Pour les données rajoutées au macro-slot, il n'y a pas de données à effacer
 30 car l'espace doit être libre mais on utilise le même principe d'insertion électronique décrit en figure 5. Le chemin principal est retardé du temps de traitement de l'en-tête d'une part et le positionnement des données ajoutées se fait au fil de l'eau après

détermination de la longueur du macro-slot existant grâce à une détection de signal ou à un décodage de l'en-tête, les données étant déjà prêtes dans la zone tampon 18.

On vérifie donc la possibilité d'agrandir le macro-slot si un espace suffisant
 5 existe entre la fin du macro-slot courant et l'en-tête du macro-slot suivant. Pour cela, on prélève donc sur ce signal optique d'entrée une petite partie du signal optique OPTIN grâce au coupleur de prélèvement OPC (Optique Coupleur) 10 qui envoie cette partie de signal optique sur une photodiode 12 qui est couplée à un détecteur de puissance de signal 14 et indique la présence ou non de signal optique. Le
 10 mécanisme revient à mesurer la puissance du signal reçu. La présence ou absence de signal est transmise à la machine d'état SM 56 qui gère cet état afin d'autoriser l'ajout de données au macro-slot ou non. A cette détection optique peut se substituer une analyse de l'en-tête qui donne la longueur de ou des éléments de données existant. Par contre pour connaître l'espace libre restant, si les macro-slots ont une
 15 taille variable, la détection optique reste la solution la plus simple pour vérifier l'espace libre.

A noter que la machine d'état 56, dans le cas où l'on réécrit l'en-tête, contrôle le commutateur 66 afin de ne stocker dans la ligne à retard 26 que les données utiles en utilisant les informations de détection de signal 14 ainsi que les informations de
 20 l'en-tête.

En parallèle, le décodage d'en-tête est activé grâce au convertisseur d'optique en électronique 50 et au mécanisme de traitement constitué du synchronisateur d'en-tête 52 qui permet d'extraire la partie en-tête qui est ensuite emmagasinée dans la mémoire tampon 54 sous le contrôle de la machine d'état 56.

On trouve aussi dans le mode de réalisation proposé une partie préparation et mise en mémoire tampon 18 des données à ajouter au paquet. Les données sont
 25 fournies par l'interface 20 sous contrôle du processeur 22 par un ensemble de signaux de contrôle CI qui les stocke dans une mémoire 24, elle-même gérée par un système de contrôle CMEM. Les données les plus urgentes à transmettre sont
 30 transmises de la mémoire 24 vers le tampon de données 18 par le processeur 22 qui, en outre, définit un champ d'information INFO associé au contenu du tampon qui

informations peuvent être par exemple la longueur du tampon (s'il est variable) et la destination des données. La longueur des données à transmettre est aussi utile pour le temps de sélection du tampon 18 lors de la transmission.

Dans le cas favorable, l'en-tête du macro-slot est modifié et un slot est ajouté
 5 au macro-slot contenant les données correspondantes. L'en-tête du macro-slot contient l'information de longueur totale du macro-slot afin de positionner la détection de l'en-tête du paquet suivant. En cas de modification de taille, cette valeur est changée dans l'en-tête. Il faut alors substituer l'en-tête original par ce nouvel en-tête.

Lorsque l'en-tête est modifié, la machine d'état procède à la transmission du
 10 paquet modifié à savoir la transmission en premier du nouvel en-tête situé dans HTAMPON 54 grâce à une sélection appropriée sur le sélecteur SEL 62, de façon à ce que le nouvel en-tête soit introduit juste avant l'arrivée des données retardées par la ligne à retard 26 grâce au coupleur 28 (en maintenant la bande de garde entre l'en-tête et le premier paquet de données du macro-paquet) et termine enfin par la
 15 transmission des données en mémoire tampon 18 et de nouveau le HTAMPON 54 grâce à une sélection appropriée sur le sélecteur SEL 62. Pour les éléments provenant du sélecteur 62, un convertisseur électrique vers optique 64 est utilisé pour retourner dans l'environnement optique. Le coupleur optique 28 qui suit peut aussi être remplacé par une matrice de commutation en cas de réécriture de l'en-tête. A noter
 20 qu'au lieu d'utiliser le SOA, on pourrait alors utiliser un commutateur rapide 2x1, une voie d'entrée servant à introduire les nouvelles données – en-tête (l'ancien en-tête est alors dans le même temps bloqué) et de nouveau(x) paquet(s) - et l'autre voie d'entrée servant à laisser passer de façon transparente les « anciens » paquets du macro-paquet. Dans ce mode de réalisation, comme dans le mode de réalisation optique
 25 illustré sur la figure 3, un espace de sécurité ou bande de garde est à conserver entre l'en-tête et les données du macro-slot correspondant en plus des bandes de garde habituelles entre paquets. Il en est de même pour l'ajout de l'élément de données au macro-slot: Une bande de garde est nécessaire avec le macro-slot original pour éviter toute contention au moment de l'insertion. Cette bande de garde est constituée de
 30 zéros, et afin de mieux identifier chaque élément du macro-slot, un en-tête spécifique à chaque élément de données est utilisé et comprend en outre une partie identifiant le macro-slot auquel cet élément appartient.

REVENDEICATIONS

1. Méthode dynamique d'insertion de données aux nœuds d'un réseau de transmission par fibres optiques, ledit réseau comprenant au moins un nœud source, un nœud de destination et une pluralité de nœuds intermédiaires, lesdits nœuds étant reliés par une liaison à fibres optiques ;

ladite méthode étant caractérisée en ce quelle comprend les étape suivantes :

- a. créer une ressource optique dans le nœud source, ladite ressource comportant des parties contenant des paquets de données à destination dudit nœud de destination et des parties libres susceptibles d'être occupées par des paquets fournis par chacun desdits nœuds intermédiaires,
- b. détecter, lorsque ladite ressource transite par un nœud intermédiaire, si ladite ressource comprend des parties libres lorsque ledit nœud intermédiaire a au moins un paquet de données à transmettre, et
- c. ajouter ledit paquet de données dans une partie libre de la ressource lorsque ladite partie libre peut contenir ledit paquet de données.

2. Méthode selon la revendication 1, et dans laquelle le routage de la ressource optique est prédéterminé (mode circuit) et l'étape b) consiste à détecter l'absence de signal optique après prélèvement d'une partie du signal optique reçu par ledit nœud intermédiaire au moyen d'un coupleur de prélèvement (OPC).

3. Méthode selon la revendication 2, dans laquelle les signaux optiques de données reçus par ledit nœud intermédiaire sont retardés dans une ligne à retard pendant un temps correspondant au temps d'analyse et de traitement de ladite partie prélevée du signal optique.

4. Méthode selon la revendication 3 dans laquelle l'étape c) consiste à transmettre sur le réseau ledit paquet de données qui a été préalablement emmagasiné

du signal optique pendant un temps correspondant à au moins le temps dudit paquet de données.

- 5 5. Méthode selon la revendication 1, dans laquelle ladite ressource optique est un macro-paquet comprenant un en-tête pour au moins déterminer la destination dudit macro-paquet et des paquets de données fournis à chacun desdits nœuds intermédiaires.
- 10 6. Méthode selon la revendication 5, dans laquelle les parties libres dudit macro-paquet sont déterminées par le contenu dudit en-tête.
- 15 7. Méthode selon la revendication 1, dans laquelle l'étape b) comprend les étapes suivantes :
 - b1) convertir le signal optique reçu par ledit nœud intermédiaire en un signal électronique,
 - b2) extraire les données d'origine de ladite ressource optique convertie en un signal électronique, et emmagasiner lesdites données dans une mémoire tampon de transit, et
 - 20 b3) détecter l'absence de signal électronique lorsque ladite mémoire tampon de transit est vide.
- 25 8. Méthode selon la revendication 6, dans laquelle l'étape b) comprend les étapes suivantes :
 - b1) convertir le signal optique reçu par ledit nœud intermédiaire en un signal électronique porteur dudit macro-paquet,
 - b2) extraire l'en-tête dudit macro-paquet et emmagasiner ledit en-tête dans une mémoire tampon d'en-tête,
 - b3) extraire les données d'origine dudit macro-paquet, et emmagasiner lesdites données dans une mémoire tampon de transit, et
 - 30 b4) analyser l'en-tête par une machine d'état de façon à déterminer si ledit macro-paquet comporte une partie libre suffisante pour y insérer ledit paquet de données.

9. Méthode selon la revendication 6, dans laquelle l'étape b) comprend les étapes suivantes :

- b1) convertir le signal optique reçu par ledit nœud intermédiaire en un signal électronique porteur dudit macro-paquet,
- b2) extraire l'en-tête dudit macro-paquet et emmagasiner ledit en-tête dans une mémoire tampon d'en-tête,
- b3) extraire les données d'origine dudit macro-paquet, et emmagasiner lesdites données dans une mémoire tampon de transit, et
- b3) mesurer dans ladite mémoire tampon de transit l'absence de signal de données ou mesurer la durée écoulée avant l'arrivée d'un nouvel en-tête de façon à déterminer si ledit macro-paquet comporte une partie libre suffisante pour y insérer ledit paquet de données.

10. Méthode selon la revendication 6, dans laquelle l'étape c) comprend les étapes suivantes:

- c1) modifier ledit en-tête emmagasiné en mémoire tampon en fonction dudit paquet de données à insérer dans la macro-paquet,
- c2) transmettre un nouveau macro-paquet sous le contrôle de ladite machine d'état, ledit nouveau macro-paquet comprenant ledit en-tête modifié, lesdites données d'origine et ledit paquet de données qui avait été préalablement emmagasinées dans une mémoire tampon de données, et
- c3) convertir ledit nouveau macro-paquet en un signal optique à transmettre sur le réseau.

11. Méthode selon la revendication 6, dans laquelle l'étape

c) comprend les étapes suivantes :

- c1) modifier ledit en-tête emmagasiné en mémoire tampon de transit en fonction dudit paquet de données à insérer dans le macro-paquet,
- c2) effacer l'en-tête d'origine à l'aide d'un commutateur situé en amont ou en aval de ladite ligne à retard

c3) reconstruire un nouveau macro-paquet sous le contrôle de ladite machine d'état, ledit nouveau macro-paquet résultant de la reconstruction dudit en-tête modifié, desdites données d'origine retardées par le délai créé par ladite ligne à retard optique et dudit paquet de données qui avait été
5 préalablement emmagasiné dans la mémoire tampon de données.

12. Méthode selon la revendication 5, dans laquelle les parties libres dudit macro-paquet sont analysées simplement au cours de l'étape b) consistant à :

b1) prélever une partie du signal optique reçu par ledit nœud intermédiaire au
10 moyen d'un coupleur de prélèvement (OPC), de façon à convertir cette dite partie en signal électronique, l'autre partie du signal restant dans le domaine optique

b2) extraire l'en-tête dudit macro-paquet porté par ledit signal électronique, et emmagasiner ledit en-tête dans une mémoire tampon d'en-tête,

b3) analyser l'en-tête par une machine d'état de façon à déterminer la
15 destination dudit macro-paquet.

b4) mesurer sur ladite partie de signal prélevée la durée pendant laquelle il y a absence de signal de façon à déterminer la durée maximale du paquet de données à insérer.
20

13. Méthode selon la revendication 12, dans laquelle ladite partie du signal optique restée dans le domaine optique est retardée dans une ligne à retard pendant un temps correspondant au temps d'analyse et de traitement de ladite partie prélevée du signal optique.
25

14. Méthode selon la revendication 12 ou 13, dans laquelle l'étape c) consiste à transmettre sur le réseau ledit paquet de données qui a été préalablement emmagasiné en mémoire tampon de données lorsque l'étape b) a permis de détecter une absence de signal optique pendant un temps correspondant à au
30 moins le temps dudit paquet de données.

15. Nœud pour réseau de transmission optique, comprenant des moyens adaptés pour mettre en œuvre les étapes de la méthode selon l'une des revendications 1 à 14.

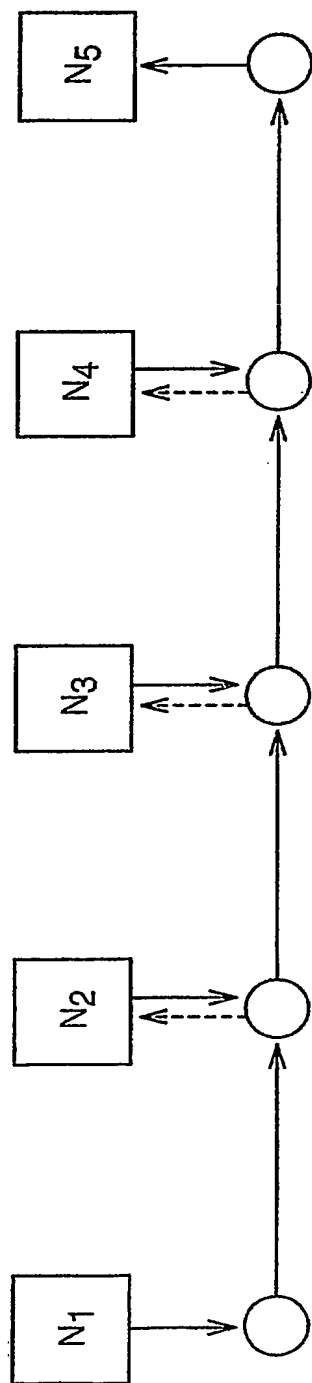


FIG. 1

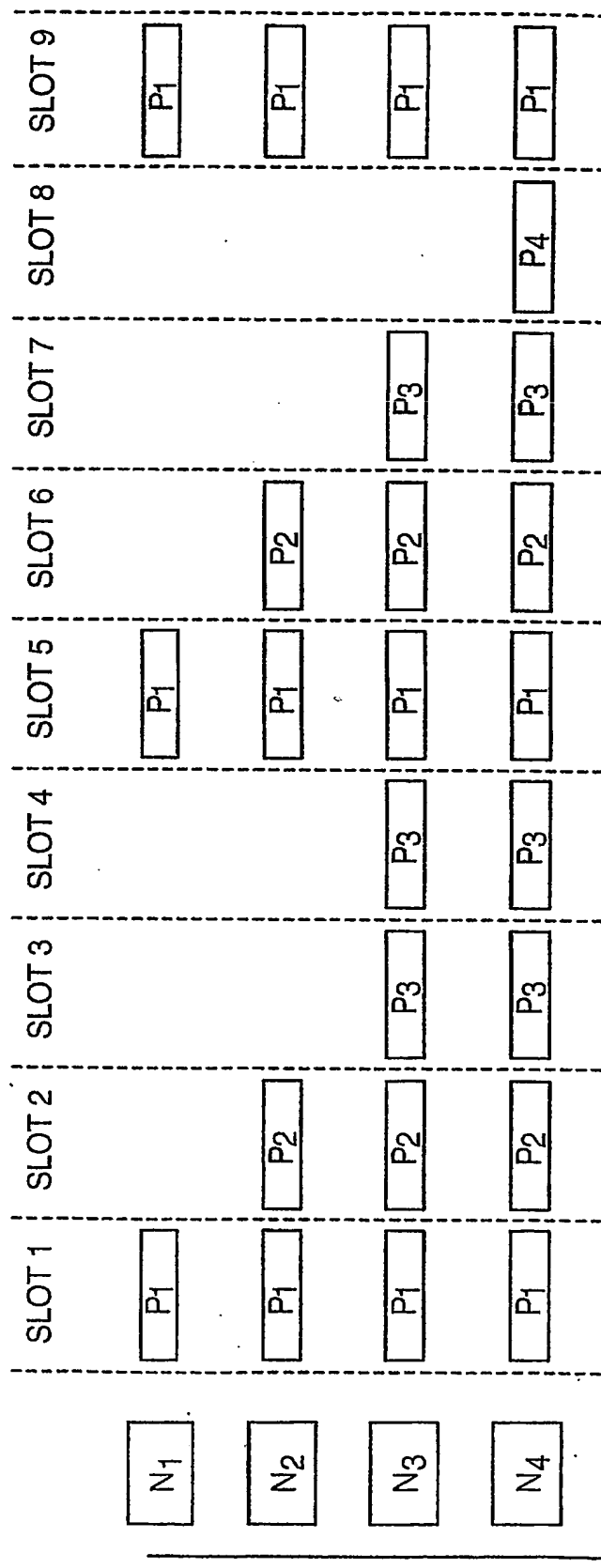


FIG. 2

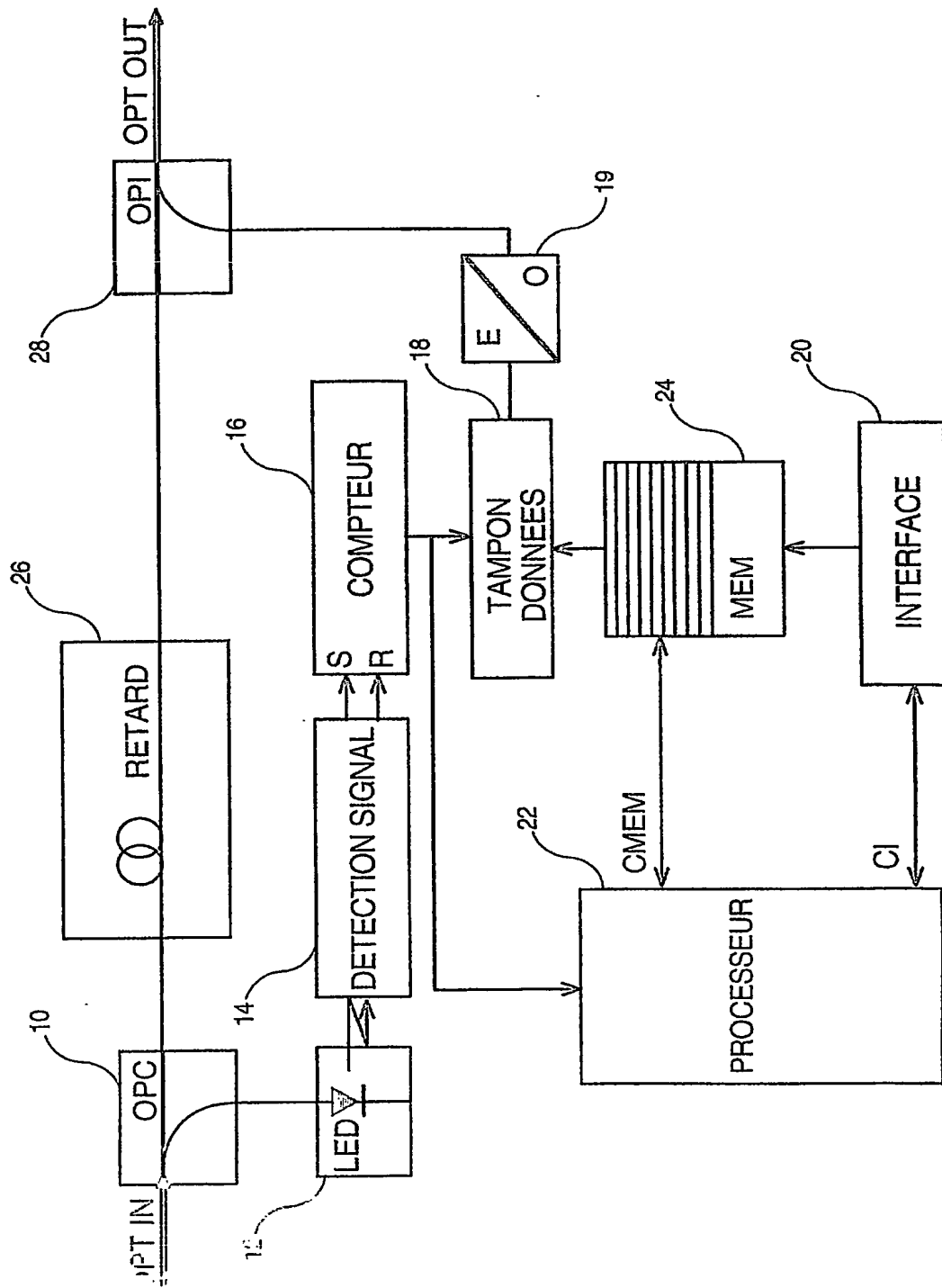


FIG. 3

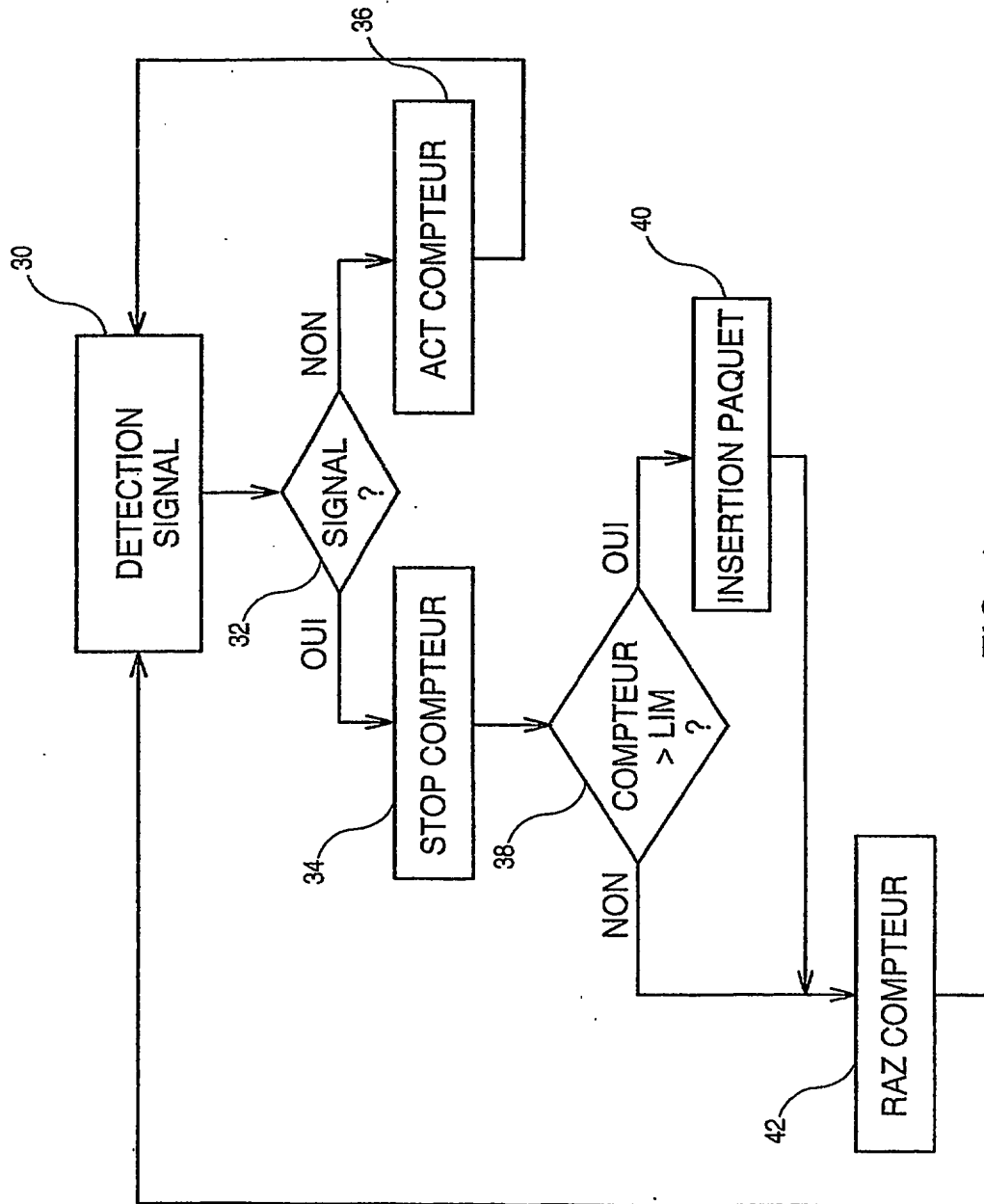


FIG. 4

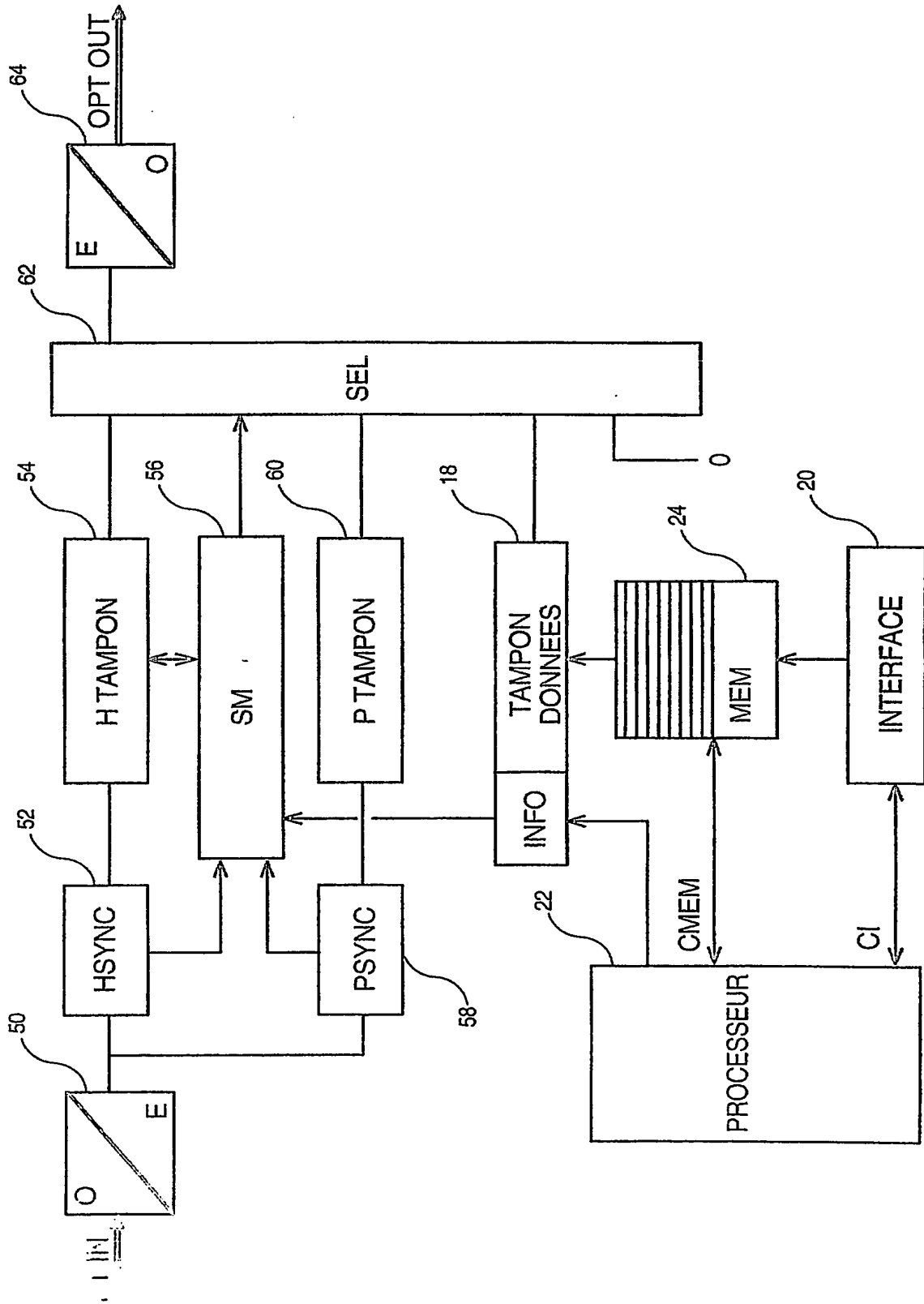


FIG. 5

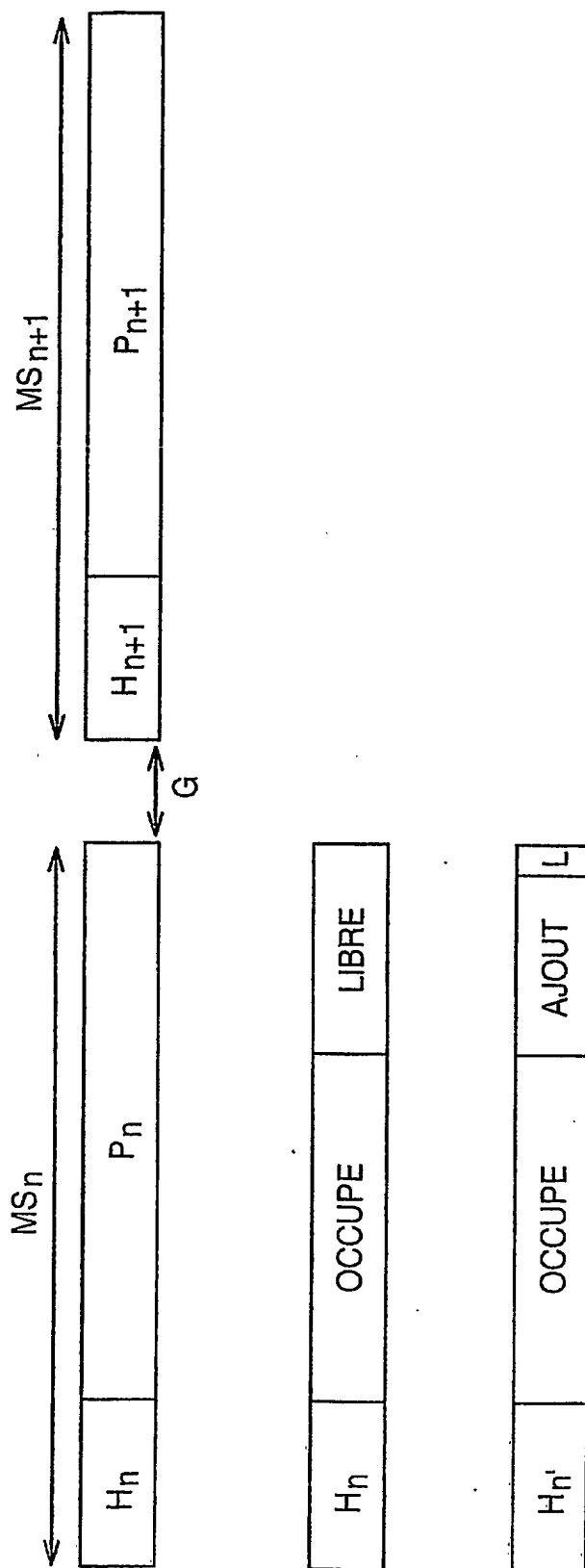


FIG. 6

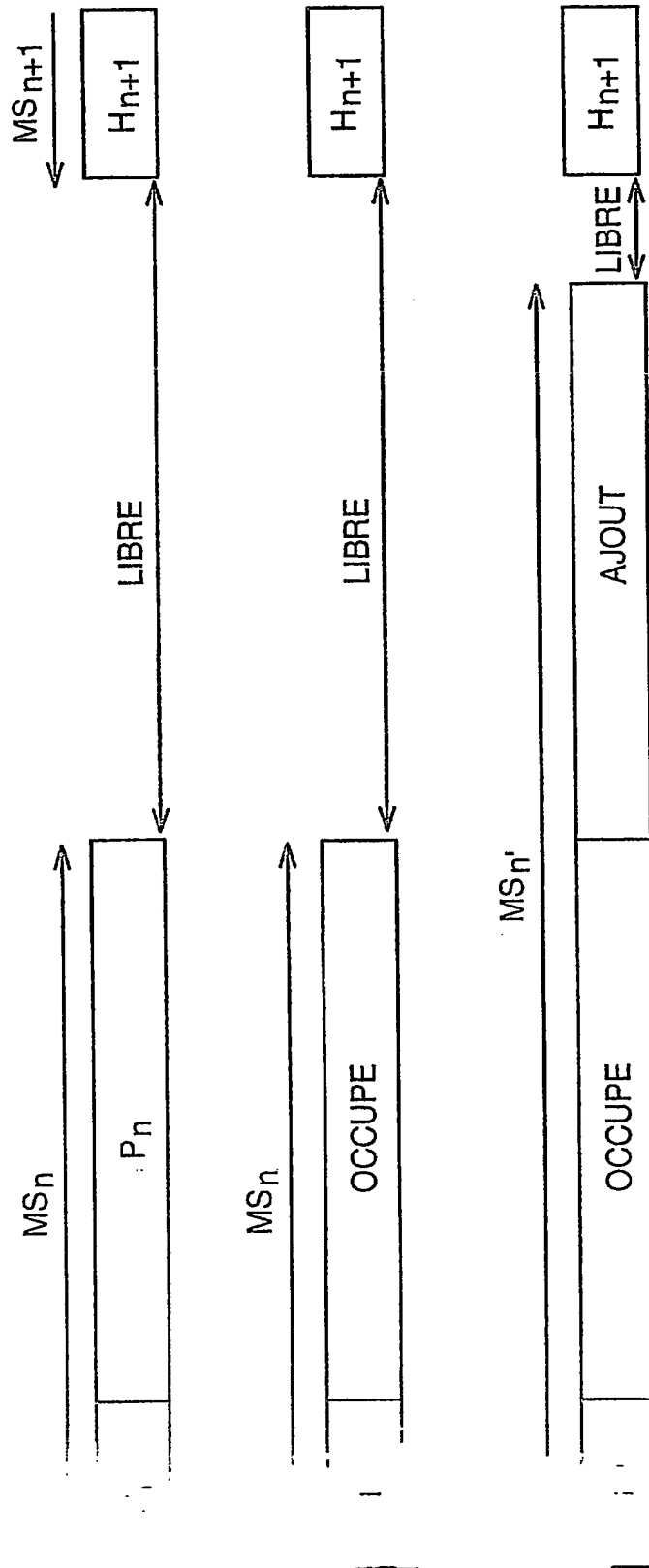


FIG. 7

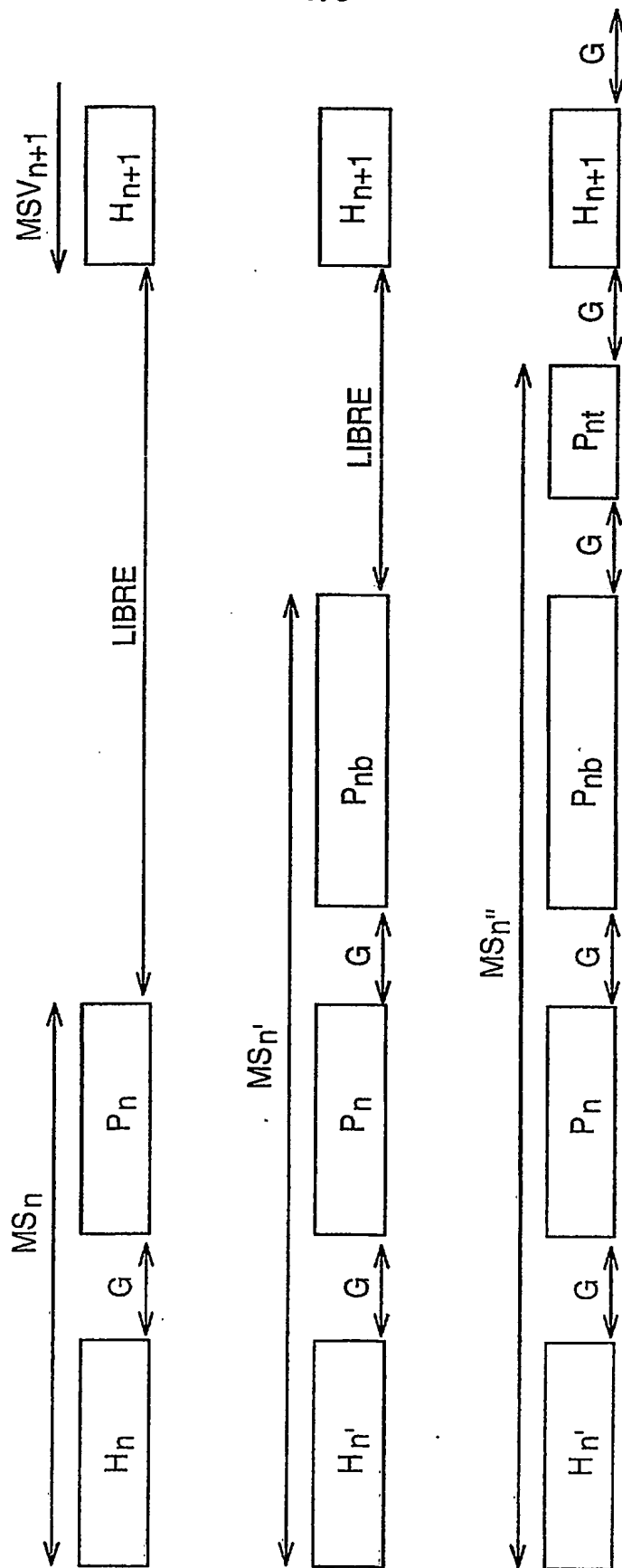


FIG. 8

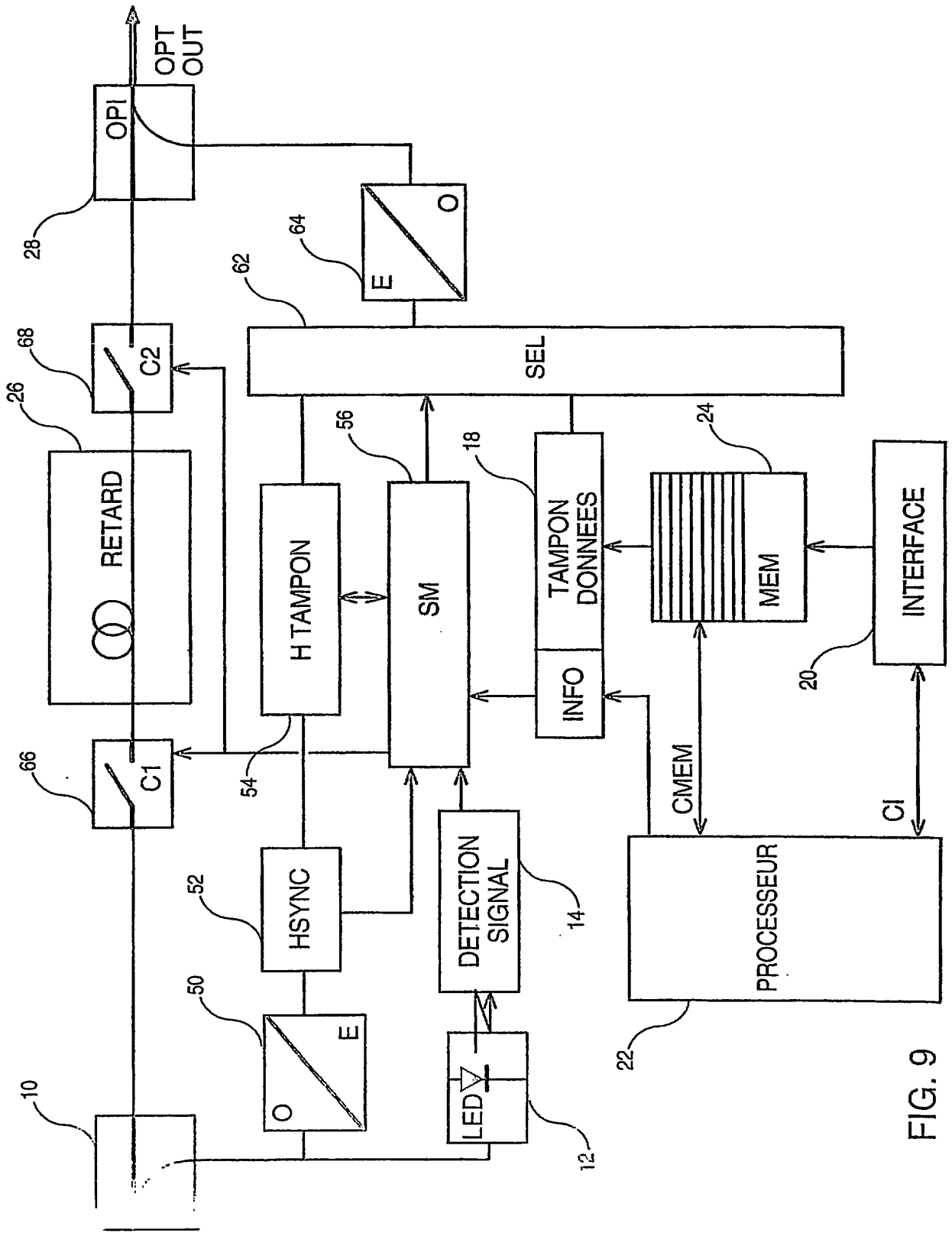


FIG. 9

DÉPARTEMENT DES BREVETS

26 bis, rue de Saint Pétersbourg

75800 Paris Cedex 08

Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 93 59 30

DÉSIGNATION D'INVENTEUR(S) Page N° .1./1..

(Si le demandeur n'est pas l'inventeur ou l'unique inventeur)

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

28 113 7 / 26368

| | | | |
|---|----------------------|--|------------------------------|
| Vos références pour ce dossier (facultatif) | | 104048/ES/OTND/TPM | |
| N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL | | 0 203 912 | |
| TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum) | | | |
| METHODE DYNAMIQUE D'INSERTION DE DONNEES AUX NOEUDS D'UN RESEAU DE TRANSMISSION OPTIQUE | | | |
| LE(S) DEMANDEUR(S) : | | | |
| Société anonyme ALCATEL | | | |
| DESIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) : (Indiquez en haut à droite «Page N° 1/1» S'il y a plus de trois inventeurs, utilisez un formulaire identique et numérotez chaque page en indiquant le nombre total de pages). | | | |
| Nom | | LE SAUZE | |
| Prénoms | | Nicolas | |
| Adresse | Rue | 151 RUE CHARLES DE GAULLE | |
| | Code postal et ville | 91440 | BURES SUR YVETTE, FRANCE |
| Société d'appartenance (facultatif) | | | |
| Nom | | DOTARO | |
| Prénoms | | Emmanuel | |
| Adresse | Rue | 14, RÉSIDENCE DU CLOS | |
| | Code postal et ville | 91370 | VERRIERES LE BUISSON, FRANCE |
| Société d'appartenance (facultatif) | | | |
| Nom | | | |
| Prénoms | | | |
| Adresse | Rue | | |
| | Code postal et ville | | |
| Société d'appartenance (facultatif) | | | |
| DATE ET SIGNATURE(S) | | 28 mars 2002 | |
| DU DEMANDEUR(S) | | Edmond SCIAUX | |
| DU MANDATAIRE | |  | |
| (Nom et qualité du signataire) | | | |

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.